



**PATENT APPLICATION**

IN THE UNITED STATES PATENT AND TRADEMARK OFFICE

In the Application of

Masahiro MIYAZAKI et al.

Application No.: 10/623,663

Filed: July 22, 2003

Docket No.: 116648

For: MAGNETIC HEAD, MAGNETIC HEAD DEVICE AND MAGNETIC  
RECORDING/REPRODUCING DEVICE

**CLAIM FOR PRIORITY**

Commissioner for Patents  
P.O. Box 1450  
Alexandria, VA 22313-1450

Sir:

The benefit of the filing date of the following prior foreign application filed in the following foreign country is hereby requested for the above-identified patent application and the priority provided in 35 U.S.C. §119 is hereby claimed:

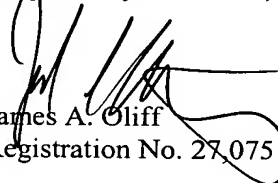
Japanese Patent Application No. 2002-221922 Filed July 30, 2002

In support of this claim, a certified copy of said original foreign application:

☒ is filed herewith.

It is requested that the file of this application be marked to indicate that the requirements of 35 U.S.C. §119 have been fulfilled and that the Patent and Trademark Office kindly acknowledge receipt of this document.

Respectfully submitted,

  
James A. Oliff  
Registration No. 27,075

Joel S. Armstrong  
Registration No. 36,430

JAO:JSA/emt

Date: March 22, 2004

**OLIFF & BERRIDGE, PLC**  
**P.O. Box 19928**  
**Alexandria, Virginia 22320**  
**Telephone: (703) 836-6400**

**DEPOSIT ACCOUNT USE  
AUTHORIZATION**

Please grant any extension  
necessary for entry;  
Charge any fee due to our  
Deposit Account No. 15-0461

日 本 国 特 許 庁  
JAPAN PATENT OFFICE

別紙添付の書類に記載されている事項は下記の出願書類に記載されている事項と同一であることを証明する。

This is to certify that the annexed is a true copy of the following application as filed with this Office.

出 願 年 月 日            2 0 0 2 年   7 月 3 0 日  
Date of Application:

出 願 番 号            特 願 2 0 0 2 - 2 2 1 9 2 2  
Application Number:  
[ST. 10/C]:            [ J P 2 0 0 2 - 2 2 1 9 2 2 ]

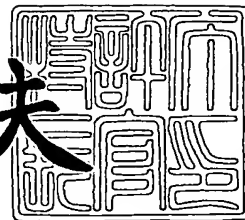
出   願   人            T D K 株 式 会 社  
Applicant(s):



2 0 0 3 年   8 月 2 8 日

特許庁長官  
Commissioner,  
Japan Patent Office

今 井 康 夫





【書類名】 特許願

【整理番号】 P04229

【提出日】 平成14年 7月30日

【あて先】 特許庁長官 及川 耕造 殿

【国際特許分類】 G11B 5/39

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

    【氏名】 宮崎 雅弘

【発明者】

    【住所又は居所】 東京都中央区日本橋一丁目 1 3 番 1 号 ティーディーケイ株式会社内

    【氏名】 前島 和彦

【特許出願人】

    【識別番号】 000003067

    【氏名又は名称】 ティーディーケイ株式会社

【代理人】

    【識別番号】 100081606

    【弁理士】

    【氏名又は名称】 阿部 美次郎

【手数料の表示】

    【予納台帳番号】 014513

    【納付金額】 21,000円

【提出物件の目録】

    【物件名】 明細書 1

    【物件名】 図面 1

    【物件名】 要約書 1

【プルーフの要否】 要

【書類名】 明細書

【発明の名称】 磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置

【特許請求の範囲】

【請求項 1】 スライダと、電磁変換素子とを含む磁気ヘッドであって、  
前記スライダは、基体部分と、保護膜とを含み、厚み方向の一面に媒体対向面を有しており、  
前記保護膜は、前記基体部分の側端面に、前記基体部分と一体化して設けられており、  
前記電磁変換素子は、前記基体部分の前記側端面上に備えられ、前記保護膜によって覆われており、  
前記電磁変換素子から、前記保護膜の媒体接触端までの距離を  $\alpha 1$  としたとき  
 $50 \mu\text{m} \leq \alpha 1 \leq 200 \mu\text{m}$   
を満たす  
磁気ヘッド。

【請求項 2】 請求項 1 に記載された磁気ヘッドであって、前記距離  $\alpha 1$  は、 $100 \mu\text{m} \leq \alpha 1$  を満たす磁気ヘッド。

【請求項 3】 請求項 1 又は 2 に記載された磁気ヘッドであって、前記電磁変換素子は、再生素子を含み、前記再生素子は磁気抵抗効果素子であり、前記距離  $\alpha 1$  は前記再生素子を基準にして定められる磁気ヘッド。

【請求項 4】 請求項 1 乃至 3 の何れかに記載された磁気ヘッドであって、前記電磁変換素子は、更に、記録素子を含み、前記記録素子は、誘導型磁気変換素子である磁気ヘッド。

【請求項 5】 磁気ヘッドと、ヘッド支持装置とを含む磁気ヘッド装置であって、

前記磁気ヘッドは、請求項 1 乃至 4 の何れかに記載されたものでなり、  
前記ヘッド支持装置は、前記磁気ヘッドを支持する  
磁気ヘッド装置。

【請求項 6】 磁気ヘッド装置と、可撓性磁気記録媒体とを含む磁気記録再

生装置であって、

前記磁気ヘッド装置は、請求項 5 に記載されたものでなり、

前記可撓性磁気記録媒体は、前記磁気ヘッド装置と協働して磁気記録再生を行う

磁気記録再生装置。

【発明の詳細な説明】

【0001】

【発明の属する技術分野】

本発明は、フレキシブルディスクや磁気テープ等の可撓性磁気記録媒体に適用される磁気ヘッド、磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置に関する。

【0002】

【従来の技術】

この種の磁気記録再生装置の代表例は、フレキシブル・ディスク装置（FDD）である。FDDは、ハードディスク装置（HDD）のバックアップとして用いられる場合が多く、これまで、MIG（メタル・イン・ギャップ）タイプの磁気ヘッドが用いられてきた。

【0003】

ところが、近年、HDDの記録密度の大容量化に伴い、そのバックアップ用として用いられるFDDにおいても、記録密度の大容量化が求められ、従来のMIGタイプの磁気ヘッドでは、この要求に応えることが困難になりつつある。

【0004】

この問題点を解決するための有効な手段の一つは、FDDに用いられてきたMIGタイプの磁気ヘッドに代えて、本来的に高密度記録に適したHDD用磁気ヘッドを用いることである。

【0005】

しかし、FDDでは、磁気ヘッドをフレキシブルディスク等の可撓性磁気記録媒体に接触させるのに対し、HDD用磁気ヘッドは、可撓性のないハードディスクと組み合わせ、ハードディスクとの間に微少な浮上隙間を保持して浮上させることを前提にし、保護膜の厚みを、20～40 $\mu$ m程度の微少厚みに設定してあ

るため、HDD用磁気ヘッドをFDDに使用した場合、可撓性磁気記録媒体が本来持っている可撓性の影響、及び、接触動作のために、磁気ヘッドに備えられた電磁変換素子、特に、再生素子を構成する磁気抵抗効果素子が、高速で回転している可撓性磁気記録媒体と接触して破壊するという問題や、磁気ヘッドが著しく摩耗することにより、再生素子と可撓性磁気記録媒体との距離が変化し、磁気ヘッドの経時的信頼性が確保できないという問題を生じるおそれがある。

【発明が解決しようとする課題】

本発明の課題は、電磁変換素子が、可撓性磁気記録媒体と接触して破壊するという問題を回避し得る磁気ヘッド、これを用いた磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置、特にFDDを提供することである。

【0006】

本発明のもう一つの課題は、耐摩耗性に優れ、経時的信頼性の高い磁気ヘッド、これを用いた磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置、特にFDDを提供することである。

【課題を解決するための手段】

上述した課題を解決するため、本発明に係る磁気ヘッドは、スライダと、電磁変換素子とを含む。前記スライダは、基体部分と、保護膜とを含み、厚み方向の一面に媒体対向面を有している。前記保護膜は、前記基体部分の側端面に、前記基体部分と一体化して設けられている。

【0007】

前記電磁変換素子は、前記基体部分の前記側端面上に備えられ、前記保護膜によって覆われている。

【0008】

上記構成において、前記電磁変換素子から、前記保護膜の媒体接触端までの距離を $\alpha 1$ としたとき、

$$50\mu\text{m} \leq \alpha 1 \leq 200\mu\text{m}$$

を満たす。

【0009】

上述した磁気ヘッドは、ヘッド支持装置と組み合わされて磁気ヘッド装置を構

成する。こうして得られた磁気ヘッド装置は、フレキシブルディスク等の可撓性磁気記録媒体と組み合わせられて磁気記録再生装置を構成する。磁気記録再生装置は、例えば、FDDである。

#### 【0010】

FDDにおいて、磁気ヘッドは、ヘッド支持装置からの荷重を受けて、高速回転する可撓性磁気記録媒体に押しつけられ、接触する。そして、接触した状態で、高速回転する可撓性磁気記録媒体と磁気ヘッドとの間で、磁気記録の書き込み及び読み出しが行われる。

#### 【0011】

ここで、本発明に係る磁気ヘッドにおいて、スライダは、基体部分と、保護膜とを含み、厚み方向の一面に媒体対向面を有している。保護膜は、基体部分の媒体流出方向の側端面に、基体部分と一体化して備えられている。従って、スライダは、保護膜の媒体接触端で、可撓性磁気記録媒体に接触することになる。電磁変換素子は基体部分の側端面上に備えられ、保護膜によって覆われているので、保護膜が媒体接触端で可撓性磁気記録媒体に接触した動作状態で、電磁変換素子は、保護膜によって保護されることになる。

#### 【0012】

FDDでは、磁気ヘッドは、媒体対向面と可撓性磁気記録媒体の表面との間に角度 $\theta$ が生じる関係で支持される。角度 $\theta$ は、可撓性磁気記録媒体と電磁変換素子との間のスペーシングロスが、一定の範囲内に入るように設定される。

#### 【0013】

上記構成及び作用は、FDDにおいて、周知の技術事項に属する。本発明の特徴は、上記構成において、電磁変換素子から、保護膜の媒体接触端までの距離を $\alpha 1$ としたとき、

$$50\mu\text{m} \leq \alpha 1 \leq 200\mu\text{m}$$

を満たすことである。

#### 【0014】

従来のHDD用磁気ヘッドをFDDにそのまま使用した場合、HDD磁気ヘッドにおける保護膜の厚さが、 $20 \sim 40\mu\text{m}$ 程度であったから、可撓性磁気記録

媒体が本来持っている可撓性の影響、及び、接触動作のために、磁気ヘッドに備えられた電磁変換素子、特に再生素子が、高速で回転している可撓性磁気記録媒体と接触して破壊するという問題や、磁気ヘッドの経時的信頼性が確保できないという問題を生じるおそれがあったことは、既に述べたとおりである。

#### 【0015】

この問題を解決するため、本発明では、まず、電磁変換素子、特に磁気抵抗効果素子で構成される再生素子から、保護膜の媒体接触端までの距離  $\alpha 1$  が  $50 \mu\text{m} \leq \alpha 1$  を満たようにした。従って、実質的に、保護膜の厚みが、従来の HDD 磁気ヘッドの保護膜の厚み寸法  $20 \sim 40 \mu\text{m}$  よりも  $10 \sim 30 \mu\text{m}$  程度大きくなる。この差  $10 \sim 30 \mu\text{m}$  は、各構成部分を  $\text{nm}$  または  $\mu\text{m}$  オーダのディメンションで設計する磁気ヘッドでは、非常に大きな違いとなる。

#### 【0016】

FDD において、スライダの媒体接触端を、可撓性磁気記録媒体に接触させた場合、可撓性磁気記録媒体と電磁変換素子との間のスペーシングロスを一一定とすれば、磁気ヘッドの媒体対向面に対する可撓性磁気記録媒体の表面の角度  $\theta$  は、電磁変換素子から保護膜の媒体接触端までの距離  $\alpha 1$  が大きくなるにつれて小さくなる。

#### 【0017】

本発明に係る磁気ヘッドでは、距離  $\alpha 1$  は、従来の HDD 磁気ヘッドの保護膜の厚み寸法  $20 \sim 40 \mu\text{m}$  よりも  $10 \sim 30 \mu\text{m}$  程度大きくなっているから、スペーシングロスを一一定とすれば、磁気ヘッドの媒体対向面と可撓性磁気記録媒体の表面との間の角度  $\theta$  は、本発明に係る磁気ヘッドの方が、従来の HDD 用磁気ヘッドを用いた場合よりも小さくなる。

#### 【0018】

磁気ヘッドの媒体対向面と可撓性磁気記録媒体の表面との間の角度  $\theta$  が小さくなれば、高速で回転する可撓性磁気記録媒体に磁気ヘッドを接触させたとき、当たりがソフトになり、可撓性磁気記録媒体と磁気ヘッドとの間の衝撃及び摩擦に起因する摩耗が低減し、磁気ヘッドの経時的信頼性が向上する。

#### 【0019】



また、可撓性磁気記録媒体に対する磁気ヘッドの当たりがソフトになるので、可撓性磁気記録媒体がばたつく波打ち現象も抑制される。この波打ち現象を抑制することにより、電磁変換素子が波打ち部分と接触して破壊するという問題を回避することができる。また、波打ち現象を抑制することにより、磁気ヘッドの摩耗を抑えて経時的信頼性を向上させることができる。

#### 【0020】

更に、波打ち現象は、可撓性磁気記録媒体の回転速度が速くなるほど顕著になるものであり、波打ち現象を抑制することは、高速書き込み及び読み出しが可能な磁気ヘッドを得るという観点から、極めて有効である。

#### 【0021】

更に、本発明に係る磁気ヘッドは、可撓性磁気記録媒体との当たりがソフトになるので、可撓性磁気記録媒体との摩擦等に伴う発熱に起因するサーマルアスペリティー (Thermal Asperity) ノイズが低減する。

#### 【0022】

次に、本発明に係る磁気ヘッドは、距離  $\alpha 1$  が  $\alpha 1 \leq 200 \mu\text{m}$  を満たす。上述したように、スペーシングロスが一定であれば、距離  $\alpha 1$  が大きくなるにつれて角度  $\theta$  が小さくなり、可撓性磁気記録媒体に対する磁気ヘッドの当たりがソフトになるのであるが、一方、距離  $\alpha 1$  が大きくなり、角度  $\theta$  が小さくなると、媒体対向面の電磁変換素子が、可撓性磁気記録媒体の表面に生じている突起や、可撓性磁気記録媒体の波打ち部分に衝突し、電磁変換素子が損傷を受ける恐れがでてくる。距離  $\alpha 1$  が  $\alpha 1 \leq 200 \mu\text{m}$  の範囲内であれば、このような問題を解決できる。また、距離  $\alpha 1$  が  $\alpha 1 \leq 200 \mu\text{m}$  の範囲であれば、保護膜を、スパッタリング法等を用いて容易に製造することができるという利点もある。距離  $\alpha 1$  の特に好ましい下限値は、 $100 \mu\text{m} \leq \alpha 1$  である。この場合には、更に好ましい効果が得られる。

#### 【0023】

本発明の他の目的、構成及び利点については、添付図面を参照して、更に詳しく説明する。図面は、単なる実施例を示すに過ぎない。

#### 【0024】

**【発明の実施の形態】**

図1は本発明に係る磁気ヘッドの側面図、図2は図1に示した磁気ヘッドの側面部分断面図、図3は図2の3-3線に沿った拡大部分断面図である。図1～図3において、寸法は部分的に誇張されており、実際の寸法とは異なる。

**【0025】**

図1、図2に図示された磁気ヘッドは、スライダ（1、17）と、電磁変換素子（20、30）とを含む。スライダは、基体部分1と、保護膜17とを含み、厚み方向の一面に媒体対向面40を有している。

**【0026】**

基体部分1は、スライダ基体を構成するものであり、例えば、アルティック（ $Al_2O_3-TiC$ ）等のセラミック材料からなる。絶縁層2は、例えば、アルミナ（ $Al_2O_3$ ）、 $SiO_2$ 等の絶縁材料からなり、例えば1～5  $\mu m$ の厚みである。

**【0027】**

保護膜17は、例えば、アルミナ（ $Al_2O_3$ ）、 $SiO_2$ 、窒化シリコン（ $Si_3N_4$ ）、窒化ボロン（BN）等の耐摩耗性のある無機絶縁材料からなり、例えば50～200  $\mu m$ の厚みである。絶縁層2及び保護膜17は、スパッタリング法等によって、基体部分1の長さ方向の側端面に備えられ、基体部分1と一体化されている。

**【0028】**

保護膜17は、基体部分1及び絶縁層2と一体となって、同一平面である媒体対向面40を形成している。保護膜17の長さ方向の端部42は、媒体対向面40に面した隅部が媒体接触端41として利用される。

**【0029】**

電磁変換素子（20、30）は、再生素子を構成する電磁変換素子20と、記録素子を構成する電磁変換素子30とを含む。再生素子を構成する電磁変換素子20は、磁気抵抗効果（Magnetoresistive）素子であり、例えば、巨大磁気抵抗効果素子（以下GMR素子と称する）で構成される。GMR素子としては、スピバルブ膜（以下SV膜と称する）や、強磁性トンネル接合素子（以下TMR素

子と称する)や、SV膜の膜面に垂直に電流を流すCPP-GMR (Current Perpendicular to a Plane of a Giant Magnetoresistance) 素子等を挙げることができる。

### 【0030】

再生素子を構成する電磁変換素子20は、絶縁層2を介して、基体部分1の側端面上に備えられ、保護膜17によって覆われている。再生素子を構成する電磁変換素子20の磁界検出端は、媒体対向面40に望ませてある。この再生素子を構成する電磁変換素子20から、保護膜17の媒体接触端41までの距離を $\alpha 1$ としたとき、 $50\mu\text{m} \leq \alpha 1 \leq 200\mu\text{m}$ を満たす。距離 $\alpha 1$ は、 $100\mu\text{m} \leq \alpha 1$ を満たすことが更に好ましい。

### 【0031】

記録素子を構成する電磁変換素子30は、例えば、誘導型磁気変換素子あり、書き込み用磁極端が媒体対向面40に面している。記録素子を構成する電磁変換素子30は、基体部分1と保護膜17との間において、再生素子を構成する電磁変換素子20と近接して配置され、保護膜17によって覆われている。

### 【0032】

図3の拡大部分断面図を参照すると、再生素子を構成する電磁変換素子20は、GMR素子121と、電極層107と、下部シールド層3と、上部シールド層8と、下部シールドギャップ層101と、上部シールドギャップ層7とを含む。

### 【0033】

下部シールド層3は、パーマロイ (NiFe) 等の磁性材料よりなり、絶縁層2の上に、スパッタリング法またはめっき法等によって、例えば約 $3\mu\text{m}$ の厚みとなるように形成されている。

### 【0034】

下部シールド層3の上には、下部シールドギャップ層101が備えられている。下部シールドギャップ層101は、アルミナ等の絶縁材料よりなり、スパッタ等によって、例えば $10 \sim 200\text{nm}$ の厚みに形成されている。下部シールドギャップ層101には、GMR素子121及び電極層107が、それぞれ、例えば数十nmの厚みに形成されている。

## 【0035】

GMR素子121及び電極層107は上部シールドギャップ層7によって覆われている。上部シールドギャップ層7は、アルミナ等の絶縁材料からなり、スパッタ等によって、例えば10～200nmの厚み（最小厚み）に形成されている。上部シールド層8は、GMR素子121を挟んで、下部シールド層3と対向するように配置されている。

## 【0036】

記録素子を構成する電磁変換素子30は、下部磁極層8と、上部磁極層12と、記録ギャップ層9と、薄膜コイル10、15とを含む。下部磁極層8は、上述した上部シールド層8と兼用されている。

## 【0037】

下部磁極層8は、上部シールドギャップ層7の上に形成され、上部磁極層12と磁氣的に連結されている。記録ギャップ層9は下部磁極層8の磁極部分と、上部磁極層12の磁極部分との間に設けられている。薄膜コイル10、15は下部磁極層8及び上部磁極層12の間のインナーギャップ間に、絶縁された状態で配設されている。

## 【0038】

図4は本発明の磁気ヘッド装置の側面図である。図4において、磁気ヘッド装置は、図1、図2に示した磁気ヘッド6と、ヘッド支持装置5とを含む。ヘッド支持装置5は、金属薄板でなる支持体51の長手方向の一端にある自由端に、同じく金属薄板でなる可撓体52を取付け、この可撓体52の下面に磁気ヘッド6を取付けた構造となっている。

## 【0039】

具体的には、可撓体52は、支持体51の長手方向軸線と略平行して伸びる2つの外側枠部521、522と、支持体51から離れた端において外側枠部521、522を連結する横枠523と、横枠523の略中央部から外側枠部521、522に略平行するように延びていて先端を自由端とした舌状片524とを有する。横枠523のある方向とは反対側の一端は、支持体51の自由端付近に溶接等の手段によって取付けられている。

## 【0040】

支持体51の下面には、例えば半球状の荷重用突起525が設けられている。この荷重用突起525により、支持体51の自由端から舌状片524へ荷重力が伝えられる。磁気ヘッド6は、舌状片524の下面に接着等の手段によって取付けられている。

## 【0041】

磁気ヘッド6は、ピッチ動作及びロール動作が許容され、かつ、媒体対向面40の隅部の媒体接触端41が記録媒体と接触し得るように支持されている。

## 【0042】

本発明に適用可能なヘッド支持装置5は、上記実施例に限定するものではなく、これまで提案され、またはこれから提案されることのあるヘッド支持装置を、広く適用できる。例えば、支持体51と舌状片524とを、タブテープ(TAB)等のフレキシブルな高分子系配線板を用いて一体化したもの等を用いることもできる。また、従来より周知のジンバル構造を持つものを自由に用いることができる。

## 【0043】

図5は図4に示した磁気ヘッド装置を用いた磁気記録再生装置の平面図、図6は図5に示した磁気記録再生装置において、磁気ヘッド装置と可撓性磁気記録媒体との関係を拡大して示す図である。

## 【0044】

図示された磁気記録再生装置は、図4に示した磁気ヘッド装置と、位置決め装置61と、可撓性磁気記録媒体4とを含む。位置決め装置61は、ロータリ・アクチュエータ方式であり、ヘッド支持装置5の他端側を支持している。

## 【0045】

本実施例において、可撓性磁気記録媒体4は、フレキシブルディスクであり、磁気ヘッド装置と協働して磁気記録再生を行う。可撓性磁気記録媒体4は、図示しない回転駆動機構により、矢印aの方向に高速で回転駆動される。可撓性磁気記録媒体4は、磁気テープ等であってもよい。

## 【0046】

磁気ヘッド 6 は、ヘッド支持装置 5 及び位置決め装置 61 により、可撓性磁気記録媒体 4 と所定角度  $\theta$  で接触しつつ、矢印 b1 または b2 の方向に駆動され、所定のトラック上で、可撓性磁気記録媒体 4 への書き込み及び読み出しを行なう。

ここで、磁気ヘッド 6 は、図 1～図 3 を参照して詳述したように、スライダを含む。スライダは、基体部分 1 と、保護膜 17 とを含み、厚み方向の一面に媒体対向面 40 を有している。保護膜 17 は、基体部分 1 の媒体流出方向の側端面に、基体部分 1 と一体化して備えられている。従って、スライダは、保護膜 17 の媒体接触端 41 で、可撓性磁気記録媒体 4 と接触することになる。電磁変換素子 20、30 は基体部分 1 の側端面上に備えられ、保護膜 17 によって覆われているので、保護膜 17 が媒体接触端 41 で可撓性磁気記録媒体 4 に接触した動作状態で、電磁変換素子 20、30 は、保護膜 17 によって保護されることになる。

#### 【0047】

次に、再生素子を構成する電磁変換素子 20 から、保護膜 17 の媒体接触端 41 までの距離を  $\alpha 1$  としたとき、 $50 \mu\text{m} \leq \alpha 1 \leq 200 \mu\text{m}$  を満たすことの技術的意義について説明する。

#### 【0048】

図 7 は、図 6 に示した磁気記録再生装置において、本発明に係る磁気ヘッド 6 を用いた場合の磁気ヘッド 6 と可撓性磁気記録媒体 4 との関係を模式的に示す図、図 8 は従来の HDD 用磁気ヘッド 6 を用いた場合の磁気ヘッド 6 と可撓性磁気記録媒体 4 との関係を模式的に示す図である。図 7、図 8 においては、図 1～図 6 に示した構成要素と同様の構成要素に、同一の参照符号を付し、重複説明を省略する。

#### 【0049】

図 8 に示した比較例の磁気ヘッド 6 は、保護膜 17 の媒体接触端 41 と再生素子を構成する電磁変換素子 20 との間の距離  $\alpha 1$  が  $30 \mu\text{m}$  に設定されている点を除き、図 1～図 3 に示した本発明の磁気ヘッド 6 と異なる点はない。

#### 【0050】

図 7、図 8 に示すように、本発明の磁気ヘッド 6 及び比較例の磁気ヘッド 6 は

、再生素子を構成する電磁変換素子 20 と可撓性磁気記録媒体 4 とのスペーシングロス  $h$  が等しくなるように設定されている。このスペーシングロス  $h$  は、大きすぎるとヘッド出力の低下を招き、小さすぎると可撓性磁気記録媒体 4 の凸部分  $\Delta h$  と接触するおそれが生じるので、そのようなことがないように設計的に定められる。

#### 【0051】

図 8 に示すように、比較例の磁気ヘッド 6 は、距離  $\alpha 1$  が  $30\ \mu\text{m}$  に設定されているため、再生素子を構成する電磁変換素子 20 と可撓性磁気記録媒体 4 とのスペーシングロス  $h$  を一定に保った場合、磁気ヘッド 6 と可撓性磁気記録媒体 4 との角度  $\theta$  が大きくなる。

#### 【0052】

これに対して、本発明では、再生素子を構成する電磁変換素子 20 から、保護膜 17 の媒体接触端 41 までの距離  $\alpha 1$  が  $50\ \mu\text{m} \leq \alpha 1$  を満たす。即ち、本発明に係る磁気ヘッド 6 では、距離  $\alpha 1$  は、従来の HDD 磁気ヘッド 6 の保護膜の厚み寸法  $30\ \mu\text{m}$  よりも  $20\ \mu\text{m}$  程度大きくなっているから、スペーシングロス  $h$  を一定とすれば、磁気ヘッド 6 の媒体対向面 40 と可撓性磁気記録媒体 4 の表面との間の角度  $\theta$  は、本発明に係る磁気ヘッド 6 の方が、従来の HDD 用磁気ヘッド 6 を用いた場合よりも小さくなる。

#### 【0053】

磁気ヘッド 6 の媒体対向面 40 と可撓性磁気記録媒体 4 の表面との間の角度  $\theta$  が小さくなれば、高速で回転する可撓性磁気記録媒体 4 に磁気ヘッド 6 を接触させたとき、当たりがソフトになり、可撓性磁気記録媒体 4 と磁気ヘッド 6 との間の衝撃及び摩擦に起因する摩耗が低減し、磁気ヘッド 6 の経時的信頼性が向上する。

#### 【0054】

また、可撓性磁気記録媒体 4 に対する磁気ヘッド 6 の当たりがソフトになるので、可撓性磁気記録媒体 4 がばたつく波打ち現象も抑制される。この波打ち現象を抑制することにより、電磁変換素子が波打ち部分と接触して破壊するという問題を回避することができる。また、波打ち現象を抑制することにより、磁気ヘッ

ドの摩耗を抑えて経時的信頼性を向上させることができる。

【0055】

更に、波打ち現象は、可撓性磁気記録媒体4の回転速度が速くなるほど顕著になるものであり、波打ち現象を抑制することは、高速書き込み及び読み出しが可能な磁気ヘッドを得るという観点から、極めて有効である。

【0056】

更に、本実施例に係る磁気ヘッドは、可撓性磁気記録媒体4との当たりがソフトになるので、可撓性磁気記録媒体4との摩擦等に伴う発熱に起因するサーマルアスペリティー (Thermal Asperity) ノイズが低減する。

【0057】

次に、本発明に係る磁気ヘッド6は、距離 $\alpha 1$ が $\alpha 1 \leq 200 \mu\text{m}$ を満たす。距離 $\alpha 1$ が大きくなるにつれて角度 $\theta$ が小さくなり、可撓性磁気記録媒体4に対する磁気ヘッド6の当たりがソフトになるのであるが、角度 $\theta$ が小さくなると、媒体対向面40の電磁変換素子が、可撓性磁気記録媒体4の表面に生じている突起 $\Delta h$ や、可撓性磁気記録媒体4の波打ち部分に衝突し、電磁変換素子が損傷を受ける恐れがある。距離 $\alpha 1$ が $\alpha 1 \leq 200 \mu\text{m}$ の範囲内であれば、このような問題を解決できる。

【0058】

また、距離 $\alpha 1$ が $\alpha 1 \leq 200 \mu\text{m}$ の範囲であれば、保護膜17を、スパッタリング法等を用いて容易に製造することができるという利点もある。距離 $\alpha 1$ の特に好ましい下限値は、 $100 \mu\text{m} \leq \alpha 1$ である。この場合には、更に好ましい効果が得られる。

【0059】

図9は、摺動試験結果を示す特性図である。摺動試験においては、ドライブに磁気ヘッドを組み込み、出力レベルの低下を測定した。図9において、縦軸に磁気ヘッドの出力変動の絶対値(%)をとり、横軸は摺動試験回数(以下、PAS回数と称する)をとってある。

【0060】

曲線S1は、距離 $\alpha 1$ を $50 \mu\text{m}$ に設定した本発明に係る磁気ヘッドの特性、



極全 S 2 は距離  $\alpha 1$  を  $100\ \mu\text{m}$  に設定した本発明に係る磁気ヘッドの特性、曲線 S 3 は距離  $\alpha 1$  を  $30\ \mu\text{m}$  に設定した比較例の磁気ヘッドの特性をそれぞれ示している。各特性 S 1 ~ S 3 は 20 個のデータの平均値である。

#### 【0061】

使用ドライブは、3.5 インチ、磁場 (H c) が約 1400 (O e) の可撓性磁気記録媒体スピンスランドを用い、ドライブの回転数は、3000 rpm とした。磁気ヘッドの出力変動は、1000 万回の書込み読込み試験後の出力変動が 20 % 以内であることを評価基準とした。

#### 【0062】

図 9 の特性 S 3 に示すように、距離  $\alpha 1$  が  $30\ \mu\text{m}$  である比較例の磁気ヘッドは、1000 万回の書込み読込み試験後の出力変動が 20 % を超えており、評価基準を満たさない。具体的には、20 個の磁気ヘッドの全てが評価基準を満たしていなかった。

#### 【0063】

これに対し、距離  $\alpha 1$  が  $50\ \mu\text{m}$ 、 $100\ \mu\text{m}$  である本発明の磁気ヘッドは、特性 S 1、S 2 に示すように、1000 万回の書込み読込み試験後の出力変動が 20 % 以内であり、評価基準を満たしている。具体的には、距離  $\alpha 1$  が  $50\ \mu\text{m}$  の磁気ヘッドは、12 個 (60 %) の磁気ヘッドが評価基準を満たしている。また、距離  $\alpha 1$  が  $100\ \mu\text{m}$  の磁気ヘッドは、18 個 (90 %) の磁気ヘッドが評価基準を満たしており、距離  $\alpha 1$  が  $50\ \mu\text{m}$  の磁気ヘッドよりも更に良好な効果が得られている。

#### 【0064】

以上、好ましい実施例を参照して本発明の内容を具体的に説明したが、本発明の基本的技術思想及び教示に基づいて、当業者であれば、種々の変形態様を採り得ることは自明である。

#### 【発明の効果】

以上述べたように、本発明によれば、次のような効果を得ることができる。

(A) 電磁変換素子、特に磁気抵抗効果素子で構成された再生素子が、可撓性磁気記録媒体 4 と接触して破壊するという問題を回避し得る磁気ヘッド、これを用

いた磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置を提供することができる。

(B) 耐摩耗性に優れ、経時的信頼性の高い磁気ヘッド、これを用いた磁気ヘッド装置及び磁気記録再生装置を提供することができる。

【図面の簡単な説明】

【図 1】

本発明に係る磁気ヘッドの側面図である。

【図 2】

図 1 に示した磁気ヘッドの側面部分断面図である。

【図 3】

図 2 の 3-3 線に沿った拡大部分断面図である。

【図 4】

本発明に係る磁気ヘッド装置の側面図である。

【図 5】

図 4 に示した磁気ヘッド装置を用いた磁気記録再生装置の平面図である。

【図 6】

図 5 に示した磁気記録再生装置において、磁気ヘッド装置と可撓性磁気記録媒体との関係を拡大して示す図である。

【図 7】

図 6 に示した磁気記録再生装置において、本発明に係る磁気ヘッドを用いた場合の磁気ヘッドと可撓性磁気記録媒体との関係を模式的に示す図である。

【図 8】

従来の HDD 用磁気ヘッドを用いた場合の磁気ヘッドと可撓性磁気記録媒体との関係を模式的に示す図である。

【図 9】

摺動試験結果を示す特性図である。

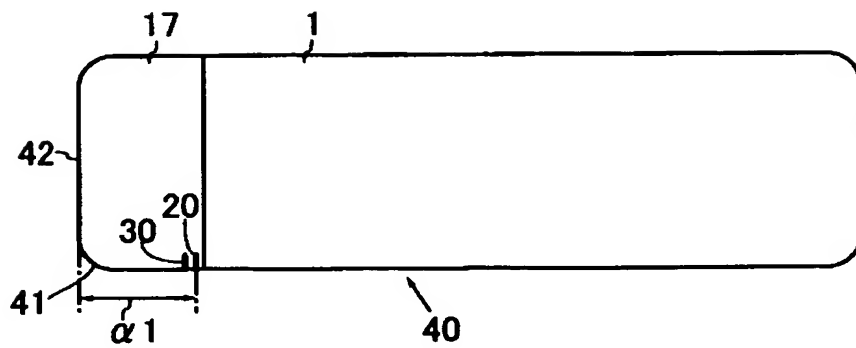
【符号の説明】

1	基体部分
17	保護膜
40	媒体対向面

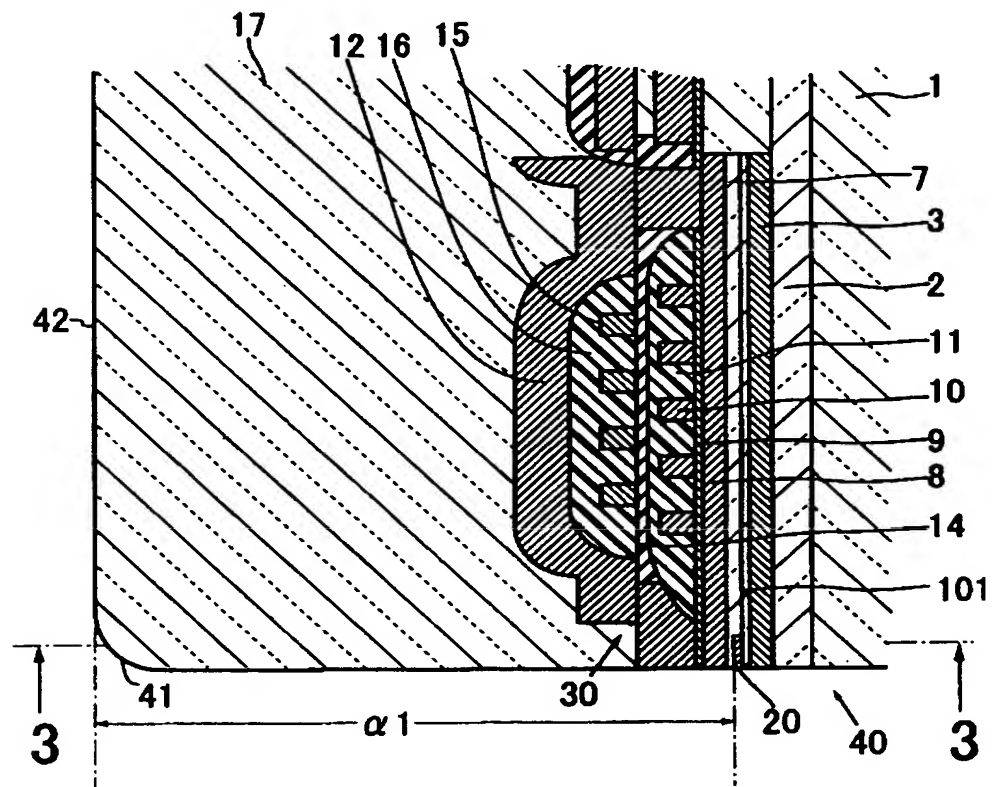
4 1 媒体接触端  
2 0 再生素子  
 $\alpha$  1 距離

【書類名】 図面

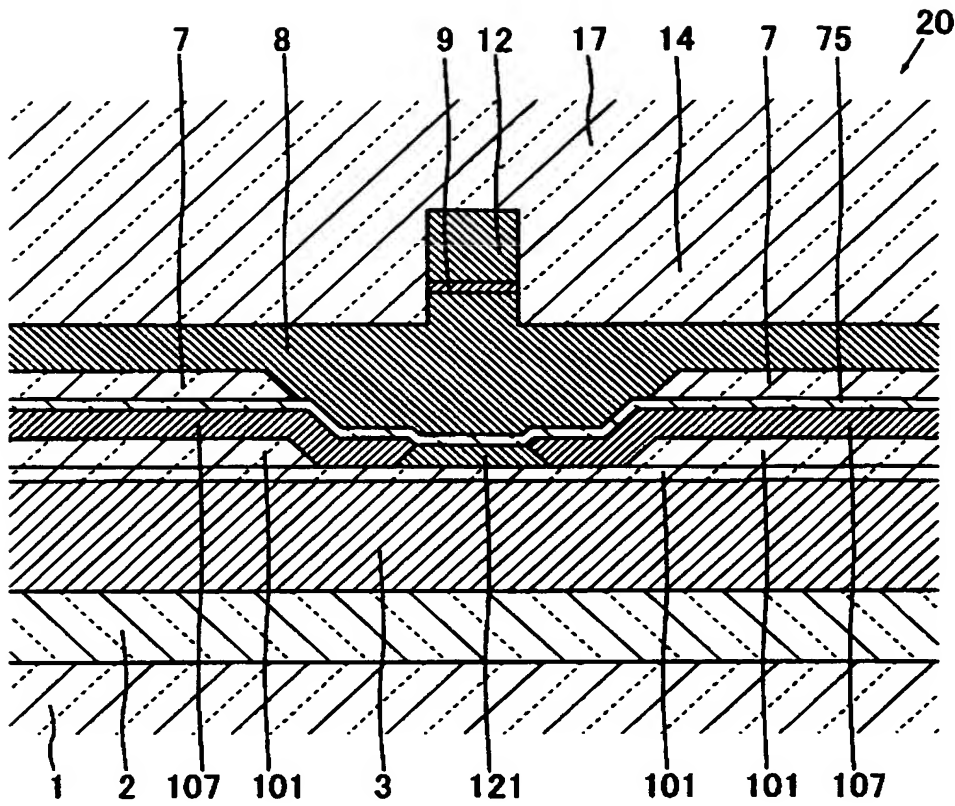
【図 1】



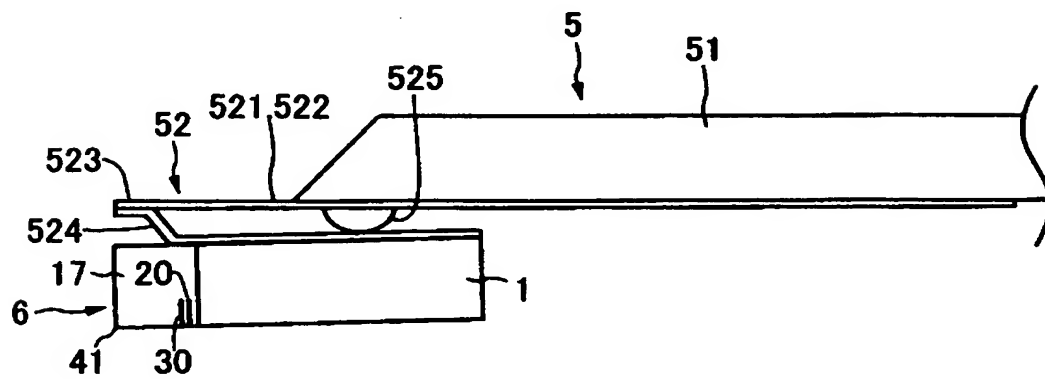
【図 2】



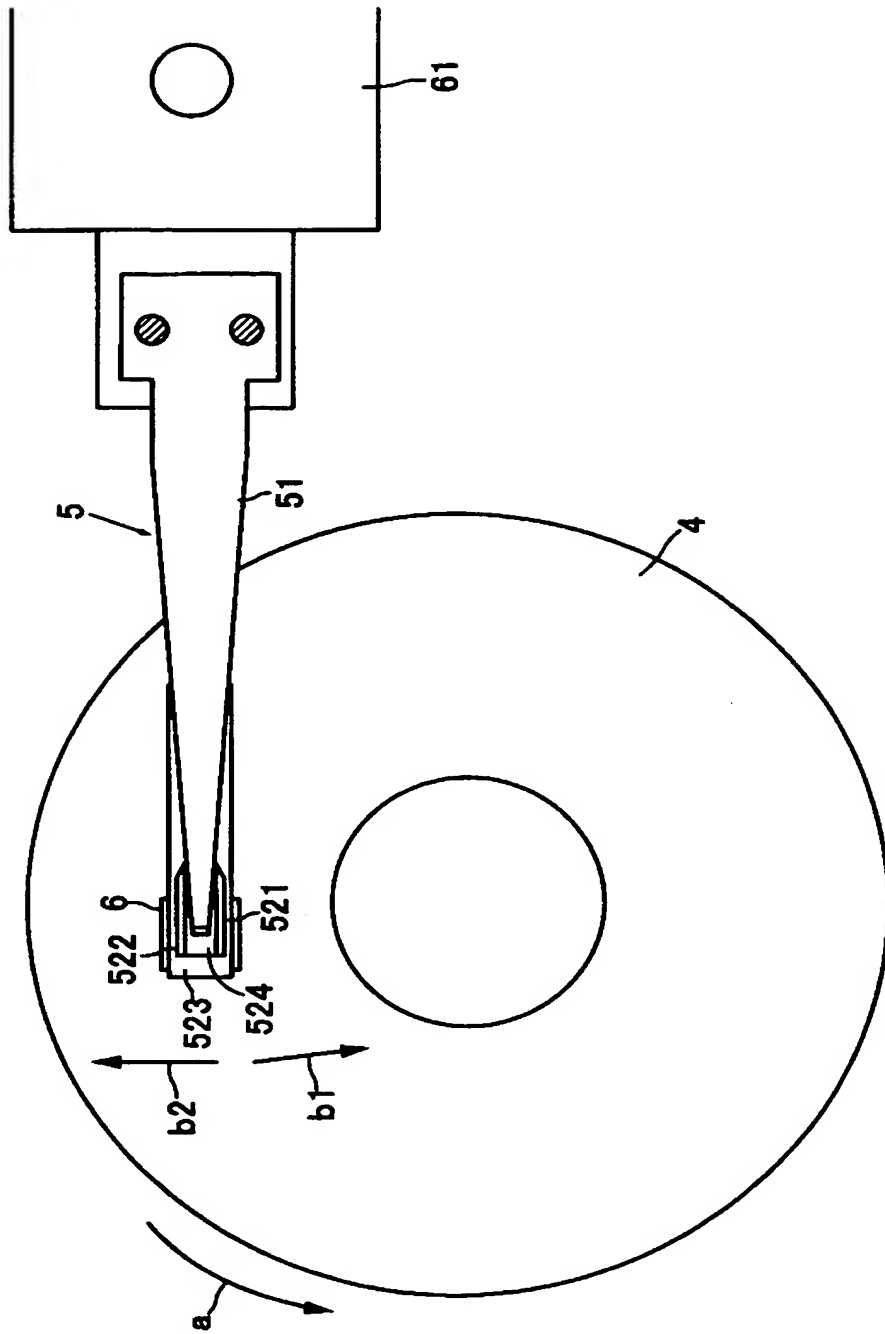
【図 3】



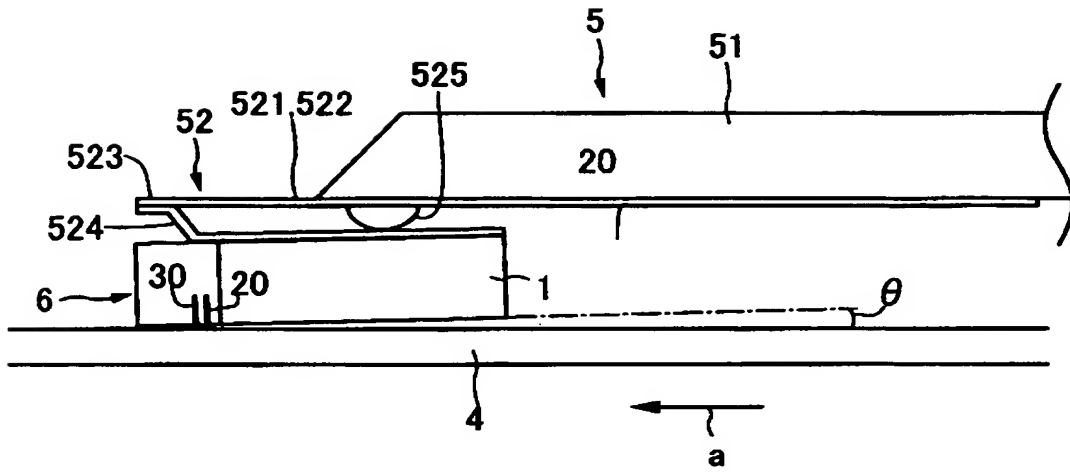
【図 4】



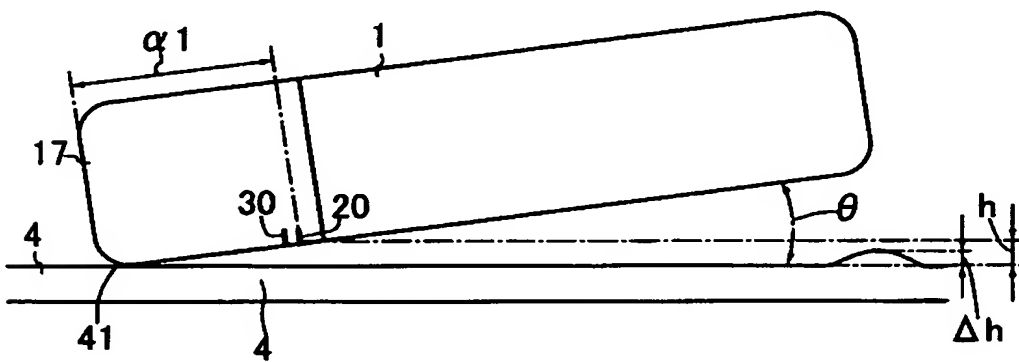
【図 5】



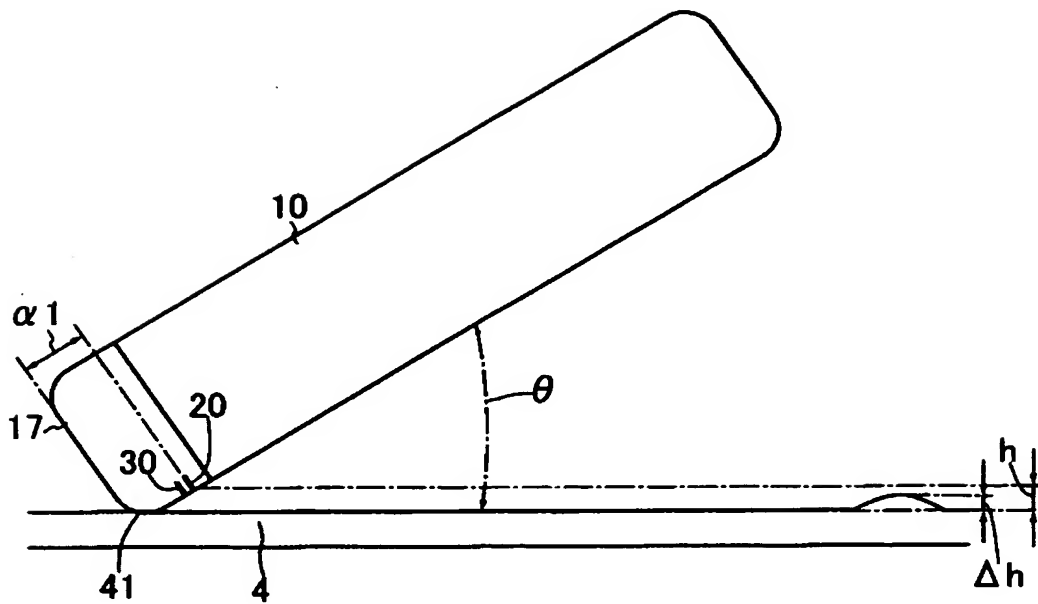
【図 6】



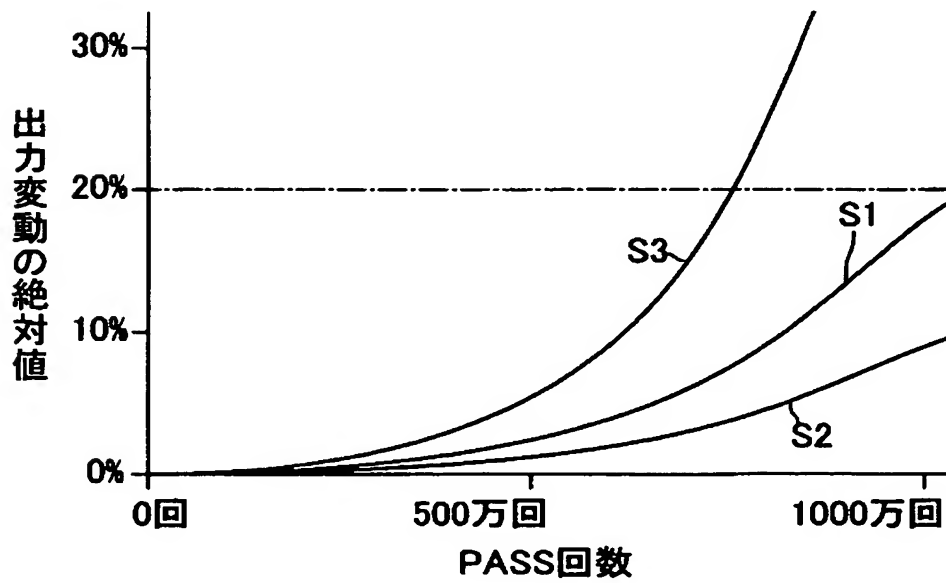
【図 7】



【図 8】



【図 9】





【書類名】 要約書

【要約】

【課題】 再生素子が記録媒体と接触して破壊するという問題を回避し得る磁気ヘッドを提供する。

【解決手段】 スライダと、電磁変換素子 20 とを含む。スライダは、基体部分 1 と、保護膜 17 とを含み、厚み方向の一面に媒体対向面 40 を有している。保護膜 17 は、基体部分 1 の側端面に、基体部分 1 と一体化して設けられている。電磁変換素子 20 は、基体部分 1 の側端面上に備えられ、保護膜 17 によって覆われている。電磁変換素子 20 から、保護膜 17 の媒体接触端 41 までの距離を  $\alpha 1$  としたとき、 $50 \mu\text{m} \leq \alpha 1 \leq 200 \mu\text{m}$  を満たす。

【選択図】 図 1

特願 2 0 0 2 - 2 2 1 9 2 2

出 願 人 履 歴 情 報

識別番号

[ 0 0 0 0 0 3 0 6 7 ]

1. 変更年月日

1 9 9 0 年 8 月 3 0 日

[変更理由]

新規登録

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

ティーディーケイ株式会社

2. 変更年月日

2 0 0 3 年 6 月 2 7 日

[変更理由]

名称変更

住 所

東京都中央区日本橋 1 丁目 1 3 番 1 号

氏 名

T D K 株式会社